



(19)

(11) Publication number:

08178632 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 06325810

(51) Intl. Cl.: G01B 11/24

(22) Application date: 27.12.94

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 12.07.96(84) Designated
contracting states:(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>(72) Inventor: KANAYAMA KAZUNORI
MIZUKAWA MAKOTO
WATABE AKINORI

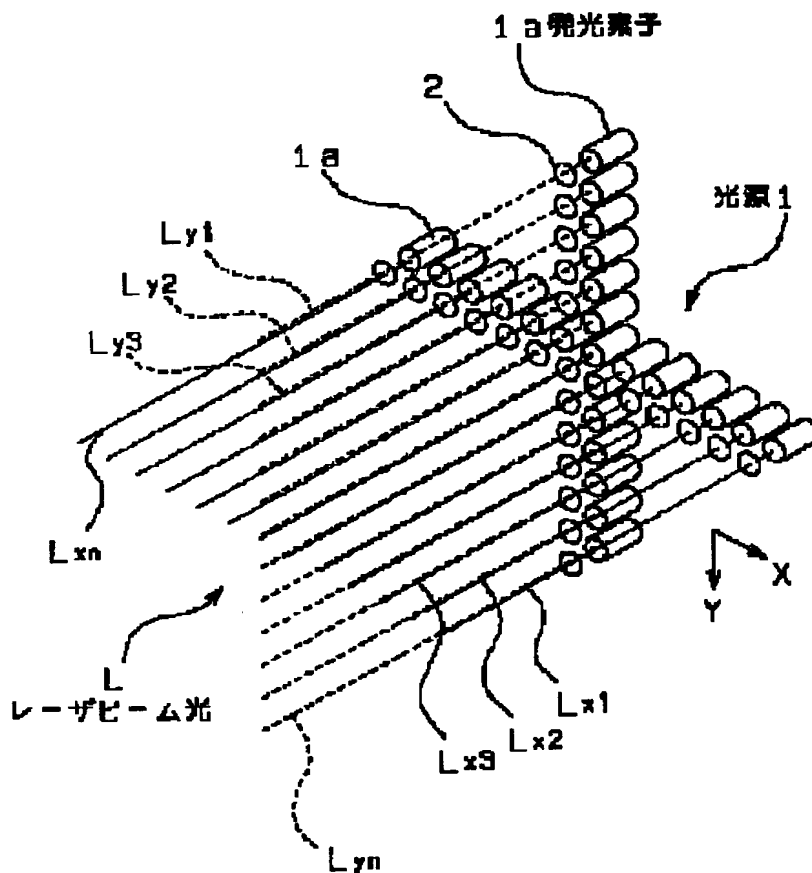
(74) Representative:

(54) SURFACE SHAPE
MEASURING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To conduct accurate and stable measurement so as to improve the reliability of a device by constituting a light source of a large number of light emitting elements arranged two dimensional pattern-like.

CONSTITUTION: A light source 1 is composed of a large number of light emitting elements 1a arranged two dimensional pattern-like, and the light emitting elements 1a are laser diodes and are arranged cross-like. Laser beams L from respective light emitting elements 1a are converted into the respective laser beams Lx1, Lx2...Lxn (X direction), Ly1, Ly2...Lyn (Y direction) by lenses 2. The beams L are radiated on an object, and light bands in the X direction and in the Y direction corresponding to the arrangement pattern of the light source 1 are projected on the surface of the object. The light bands X, Y are detected as an uneven pattern showing the surface shape of the object by a two dimensional photosensitive element arranged against the object with a certain angle to the light source 1 based on the principle of triangulation. Since no mechanical drive portion is required for the light source 1, the light source 1 can be downsized.



COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-178632

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 B 11/24

識別記号 庁内整理番号
C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-325810

(22) 出願日 平成6年(1994)12月27日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 金山 和則
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 水川 真
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 渡部 昭憲
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

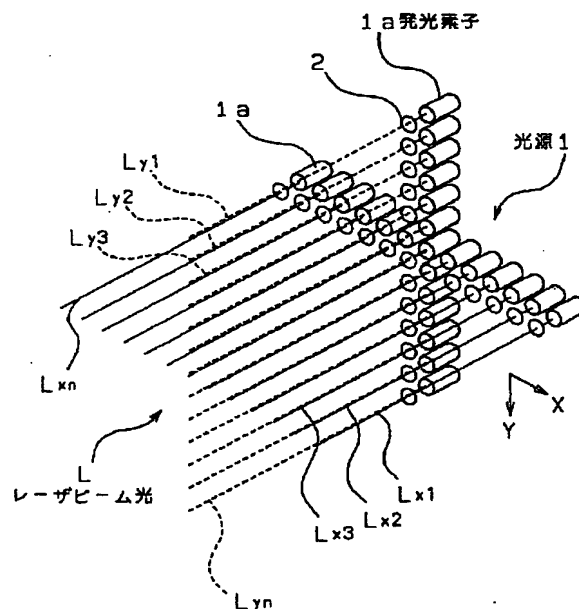
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 表面形状測定装置

(57) 【要約】

【目的】 正確で安定した測定を高速で行うことができ、しかも小型で信頼性の高い表面形状測定装置を提供する。

【構成】 光源1が二次元パターン状に配列された多数の発光素子1aから構成されているので、測定対象物の形状を二次元的に一度に測定することが可能となる。これにより、各反射光点の検知位置から測定対象物の三次元位置を算出することができ、しかも発光部を機械的に駆動する必要もない。また、個々の発光素子の発光の有無を任意に選択することにより、光源を配列パターンに沿った任意の明滅パターンにすることが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二次元パターン状の光を測定対象物に照射するとともに、測定対象物からの反射光を光検出素子により受光し、受光した反射光の形状に基づいて測定対象物の表面形状を測定する表面形状測定装置において、前記二次元パターン状の光の光源を二次元パターン状に配列された多数の発光素子によって構成したことを特徴とする表面形状測定装置。

【請求項 2】 前記発光素子をレーザダイオード、発光ダイオード、スーパルミネッセントダイオードまたは光ファイバによって構成したことを特徴とする請求項 1 記載の表面形状測定装置。

【請求項 3】 前記発光素子を集積化されたレーザダイオード、発光ダイオードまたはスーパルミネッセントダイオードによって構成したことを特徴とする請求項 1 記載の表面形状測定装置。

【請求項 4】 前記各発光素子から発せられる光を個々に異なる周波数に光強度変調または異なる波長に光周波数変調するようにしたことを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の表面形状測定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、工業製品の製造、検査等において、製造物等の物体の表面形状を測定する表面形状測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、物体の表面形状の測定、即ち物体表面の凹凸を測定する手段としては、光、超音波または物理的触針等を用いている。光による計測は特に分解能に優れ、しかも物体に非接触で測定することが可能であるため各種分野に広く用いられている。光による表面測定は、光の干渉縞により測定する方法、光学系の焦点を物体に合わせて測定する方法、物体に照射した光パルスの伝搬時間差により測定する方法、光による三角測量を行う方法等がある。これらの光計測の中でも、帯状の光を物体表面に照射し、その反射光のパターンを受光素子で検出する、三角測量の原理を用いた「光切断法」と呼ばれる方法が広く用いられている。この光切断法は、光干渉法と比べ装置構成が簡便で測定値も安定している上、直接的に物体形状を測定できるという利点を有している。また、光切断法による表面形状測定装置は、レンジセンサという名称で一般的に呼ばれている。

【0003】図 6 及び図 7 はレンジセンサによる測定原理を示す概略図である。同図において、A は測定対象物、10 は光源、11 はミラー、12 はミラー 11 を回転させる駆動部、13 は二次元受光素子、14 は光源 10 から光をミラー 11 を回転させることにより得られる投影光、15 は投影光 14 が測定対象物 A で反射した反射光、16 は二次元受光素子 13 にて検出した反射光 15 のパターンである。即ち、投影光 14 が測定対象物

A の凹凸に照射されると、三角測量の原理で反射光 15 が凹凸を写した形状で二次元受光素子 13 に検知され、その反射光 15 の凹凸形状 16 により結果として測定対象物 A の表面の凹凸を測定することができる。この場合、ミラー 11 の駆動部 12 を複数個設け、投影光 14 を二次元パターン状に変換し、二次元パターンに沿った測定対象物 A の形状を測定することも可能である。また、一次元の帯状光を任意のパターンに発光させることにより、受光素子による位置検出精度を向上させることも可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のレンジセンサでは、光束を帯状または二次元パターン状にするためにプリズムやミラー等を機械的に駆動したり、或いは点状光源をシリンドリカルレンズにより形状変換する必要があった。従って、機械的に駆動することにより動作速度が遅くなり、しかも外部からの振動、衝撃または重力の影響を受け易く、投影光 14 のパターンに形状誤差が生じて、結果として正確な被測定物体 A の形状測定が困難になるという問題があった。更に、ミラー 11 を駆動部 12 で回転させる構造では勿論のこと、シリンドリカルレンズを用いた場合でも発光部が大型化し、装置全体をコンパクトにできないという問題もあった。

【0005】本発明は前記問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、正確で安定した測定を高速で行うことができ、しかも小型で信頼性の高い表面形状測定装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は前記目的を達成するために、請求項 1 では、二次元パターン状の光を測定対象物に照射するとともに、測定対象物からの反射光を光検出素子により受光し、受光した反射光の形状に基づいて測定対象物の表面形状を測定する表面形状測定装置において、前記二次元パターン状の光の光源を二次元パターン状に配列された多数の発光素子によって構成している。

【0007】また、請求項 2 では、請求項 1 記載の表面形状測定装置において、前記発光素子をレーザダイオード、発光ダイオード、スーパルミネッセントダイオードまたは光ファイバによって構成している。

【0008】また、請求項 3 では、請求項 1 記載の表面形状測定装置において、前記発光素子を集積化されたレーザダイオード、発光ダイオードまたはスーパルミネッセントダイオードによって構成している。

【0009】また、請求項 4 では、請求項 1、2 または 3 記載の表面形状測定装置において、前記各発光素子から発せられる光を個々に異なる周波数に光強度変調または異なる波長に光周波数変調するようにしている。

【0010】

【作用】請求項1の表面形状測定装置によれば、光源が二次元パターン状に配列された多数の発光素子から構成されているので、測定対象物の形状を二次元的に一度に測定することが可能となる。これにより、各反射光点の検知位置から測定対象物の三次元位置を算出することができ、しかも発光部を機械的に駆動する必要もない。また、個々の発光素子の発光の有無を任意に選択することにより、光源を配列パターンに沿った任意の明滅パターンにすることが可能である。

【0011】また、請求項2の表面形状測定装置によれば、請求項1の作用に加え、発光素子としてレーザダイオードを用いれば信頼性が高く確実な動作が得られ、発光ダイオードを用いれば更に安価な装置を構成でき、スーパーミネッセントダイオードを用いれば検出光のスペックルノイズを防止することが可能となり、光ファイバを用いれば軽量で環境信頼性の高い装置を構成することができる。

【0012】また、請求項3の表面形状測定装置によれば、請求項1の作用に加え、集積化されたレーザダイオード、発光ダイオードまたはスーパーミネッセントダイオードを用いることにより、極めて小型な装置を実現することができる。

【0013】また、請求項4の表面形状測定装置によれば、請求項1、2または3の作用に加え、個々に異なる周波数に光強度変調または異なる波長に光周波数変調された光が各発光素子から発せられることから、各発光素子を同時に発光させても、各発光素子の変調光に同調して検出すれば、検出点を個々に識別することが可能となる。

【0014】

【実施例】図1乃至図3は本発明の第1の実施例を示すもので、図1は表面形状測定装置の要部斜視図、図2は測定対象物の斜視図、図3は物体形状の測定結果を示す図である。同図において、1は二次元パターン状に配列した多数の発光素子1aからなる光源、2は光源1から発せられる光を平行光に変換するレンズ、Aは被測定物体、Lは光源1からのレーザビーム光である。光源1を構成する多数の発光素子1aはレーザダイオードからなり、図1に示すように十字状（互いに直交するX方向、Y方向）に配列されている。また、被測定物体Aからの反射光は従来と同様の二次元受光素子（図示せず）によって受光される。

【0015】以下、本実施例による表面形状の測定手順について説明する。光源1の個々の発光素子1aから発せられたレーザビーム光Lは、各発光素子1aの前方に配置したレンズ2によって個々のレーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxn (X方向)、Ly1, Ly2, …Lyn (Y方向)に変換される。レーザビーム光Lは、図2に示すように測定対象物Aに照射され、光源1の配列パターンに

影する。そして、X、Yの光帯は三角測量の原理から、光源1と一定角度をもって被測定物体Aに対して配置した二次元受光素子（図示せず）により、図3に示すように測定対象物Aの表面形状を示す凹凸パターンとして検知される。ここで、図3におけるX方向、Y方向の光帯は、各レーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxn、Ly1, Ly2, …Lynの反射光点群px1, px2, …pxn、py1, py2, …pynとして二次元受光素子に検知される。

【0016】本実施例によれば、光源1の各発光素子1aが十字状に配置されているので、図3に示すように測定対象物Aの形状をX方向、Y方向の光帯に沿って二次元状に一度に測定することが可能となる。更に、三角測量の原理から各レーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxn、Ly1, Ly2, …Lynの位置と各反射光点群px1, px2, …pxn、py1, py2, …pynの検知位置から測定対象物Aの三次元位置を算出することができる。即ち、各反射光点群px1, px2, …pxn、py1, py2, …pynの中の少なくとも3点（例えばpx1, px2, px3等）の三次元位置から測定対象物Aの構成面A1, A2, A3, A4, A5の面のパラメータを計算することが可能となり、結果として測定対象物Aの構成面の位置を検出することができる。構成面A1～A5の位置が検出できれば、特定の面、例えばA1面に垂直な方向Zからレーザビーム光Lを照射するよう光源1の位置を調整することが可能になり、結果として測定された形状が極端に歪まないように光源1の位置を補正することができる。従って、投影光が物体に照射される角度が物体面に対して直角よりも小さくなるほど測定された凹凸形状が実際に比べて歪んでしまうという従来の光切断法の欠点を解消することができる。また、本実施例では従来例のようにレーザビーム光の発光部を機械的に駆動する必要がないので、光源1を小型化することができ、しかも外部からの振動、衝撃または重力の影響を受けてレーザビーム光Lの位置精度が低下することがなく、極めて高精度で安定した形状測定が可能となる。更に、本実施例では個々のレーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxn、Ly1, Ly2, …Lynの発光の有無を任意に選択することにより、光源1を配列パターンに沿った任意の明滅パターンにすることが可能であるため、各受光素子1aによる反射光の位置検出精度を容易に高めることができる。

【0017】尚、前記実施例では発光素子1aとしてレーザダイオードを用いたが、発光ダイオード、スーパーミネッセントダイオードまたは光ファイバ等を用いても同様の効果を得ることができる。例えば、発光ダイオードを用いれば更に安価な装置を構成できるし、スーパーミネッセントダイオードを用いれば検出光のスペックルノイズを防止することが可能となり、光ファイバを用いれば軽量で環境信頼性の高い装置を構成することができるので、それぞれの利点を活かした装置を目的に応じて構成することができる。また、集積化されたレーザダイオ

ード、発光ダイオードまたはスーパーミネセントダイオードを用いれば、極めて小型な装置を実現することができ、実用化に際して極めて有利である。

【0018】図4及び図5は本発明の第2の実施例を示すもので、図4は表面形状測定装置の要部斜視図、図5は物体形状の測定結果を示す図である。尚、前記実施例と同等の構成部分には同一の符号を付して示す。尚、光源1を構成する多数の発光素子1aは図4に示すように直線状(X方向)に配列され、測定対象物Aからの反射光は従来と同様の二次元受光素子(図示せず)によって受光される。

【0019】以下、本実施例による表面形状の測定手順について説明する。まず光源1の個々の発光素子1aから発せられたレーザビーム光Lは、各発光素子1aの前方に配置したレンズ2によって個々のレーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxnに変換される。この時、各レーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxnは、個々の発光素子1aに印加される電流を変化させることにより、それぞれ f_1, f_2, \dots, f_n [Hz]の異なる周波数に光強度変調されている。光強度変調された各レーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxnは、図5に示すように測定対象物(図示せず)に照射された後、二次元受光素子(図示せず)によって、図4に示すような測定対象物の表面形状を示す凹凸パターンとして検知される。ここで、図5における測定対象物Aの形状は、 f_1, f_2, \dots, f_n [Hz]に強度変調されたレーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxnの反射光点群px1, px2, …pxnとして二次元受光素子に検知される。

【0020】本実施例によれば、レーザビーム光Lがそれぞれ異なる周波数に光強度変調されているため、各発光素子1aを同時に発光させても、二次元受光素子の検波周波数を f_1, f_2, \dots, f_n [Hz]に変化させることにより、各発光素子1aの変調周波数に同調して光検出すれば、検出点p1, p2, …pnを個々に識別することが可能となり、X方向に沿って形成される測定対象物の形状を容易に抽出することができる。即ち、電気の変調及び検波によって形状検出を行うことができるので、これらの処理を電気回路によって高速に動作させることが容易であり、しかも個々の発光素子1aを識別することができるので、高速で雑音に強い信頼性のある測定が可能になる。

【0021】尚、前記実施例においてレーザビーム光Lx1, Lx2, …Lxnを f_1, f_2, \dots, f_n [Hz]に光強度変調する代わりに、 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ [μm]の異なる波長に光周波数変調し、二次元受光素子の前面に共

振長を任意に変えられる可変長エタロン等を用いたチューナブル波長フィルタを配しても同様な効果を得ることができる。また、光源1を二次元パターン状に配置すれば、第1の実施例と同様の効果を得ることも可能である。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の表面形状測定装置によれば、測定対象物の形状を二次元的に一度に測定することができるので、高速な表面形状の測定が可能となる。また、測定対象物の構成面の三次元位置情報を算出することができるので、光源の位置調整が可能となり、精度の高い形状測定を実現することができる。更に、光源に機械的な駆動部を必要としないので、光源を小型化することができ、しかも外部からの振動、衝撃または重力の影響を受けることがなく、極めて高精度で安定した形状測定が可能となる。

【0023】また、請求項2の表面形状測定装置によれば、請求項1の効果に加え、信頼性が高く確実な動作の得られる装置、コストの安価な装置、検出光のスペックノイズを防止することの可能な装置、軽量で環境信頼性の高い装置をそれぞれ目的に応じて構成することができる。

【0024】また、請求項3の表面形状測定装置によれば、請求項1の効果に加え、更に小型な装置を実現することができるので、実用化に際して極めて有利である。

【0025】また、請求項4の表面形状測定装置によれば、請求項1、2または3の効果に加え、検出点を個々に識別することができるので、高速で雑音に強い信頼性のある測定が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す表面形状測定装置の要部斜視図

【図2】測定対象物の斜視図

【図3】物体形状の測定結果を示す図

【図4】本発明の第2の実施例を示す表面形状測定装置の要部斜視図

【図5】物体形状の測定結果を示す図

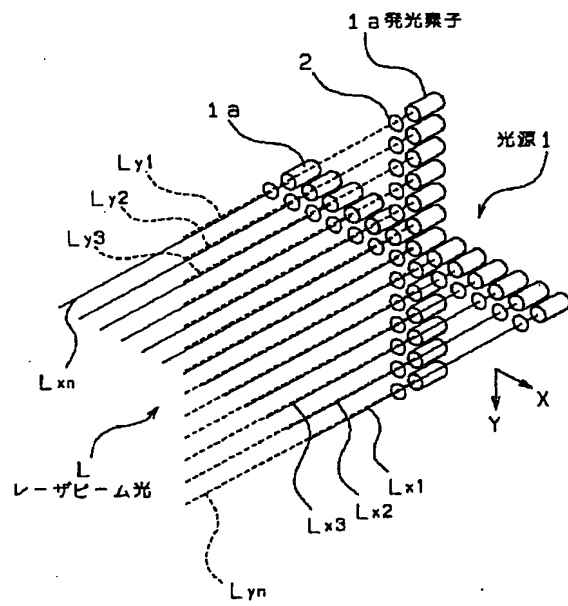
【図6】従来のレンジセンサの測定原理を示す概略斜視図

【図7】レンジセンサによる測定結果を示す図

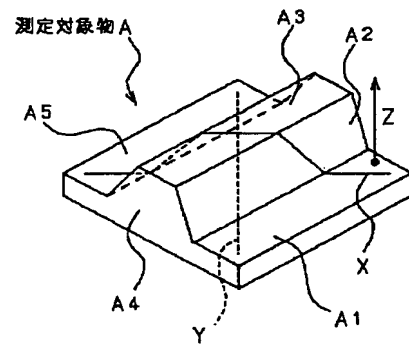
【符号の説明】

1…光源、10…光源、13…二次元受光素子、14…投影光、15…反射光、16…反射光パターン、A…測定対象物、L…レーザビーム光。

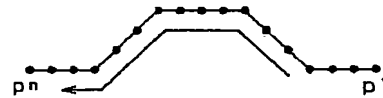
【図1】



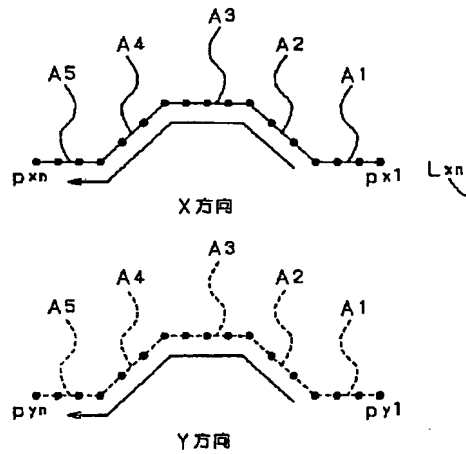
【図2】



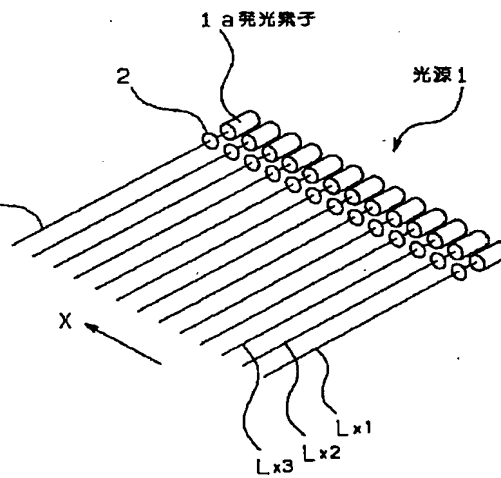
【図5】



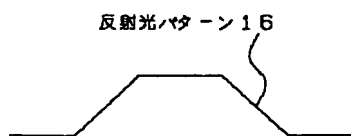
【図3】



【図4】



【図7】



【図 6】

